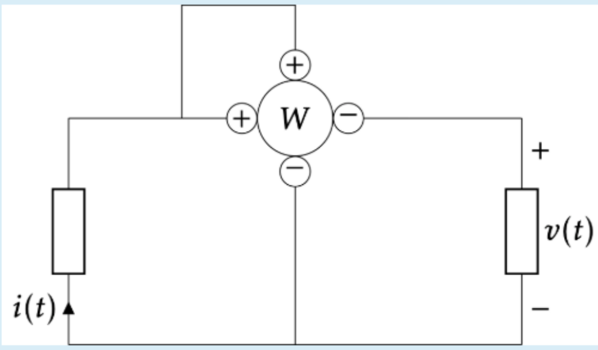
Nella rete di figura in regime sinusoidale sono note:
$v(t) = 10\cos(100\,t)$, $i(t) = 8\sin(100\,t + \pi/6)$
Calcolare l'indicazione del wattmetro a valore medio.

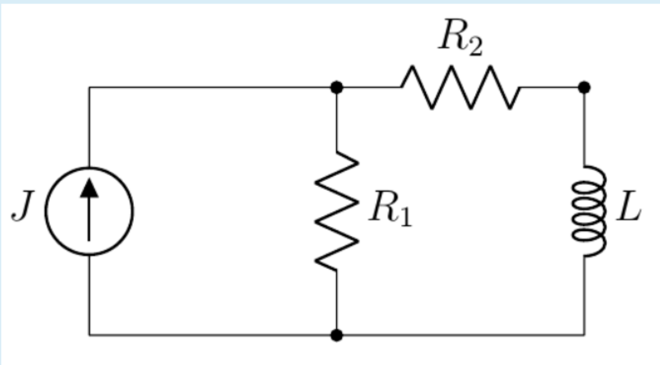


La potenza indicata dal wattmetro, per come sono dati i riferimenti, è $P_W = VI\cos\varphi$ o anche $P_W = Re\{\bar{V}\ \bar{I}^*\}$ con ovvio significato dei simboli

$\bar{V} = \frac{10}{\sqrt{2}} e^{j\frac{\pi}{2}} \quad \bar{I} = \frac{8}{\sqrt{2}} e^{j\frac{\pi}{6}}$

$P_W = Re\{\bar{V}\ \bar{I}^*\}$=20

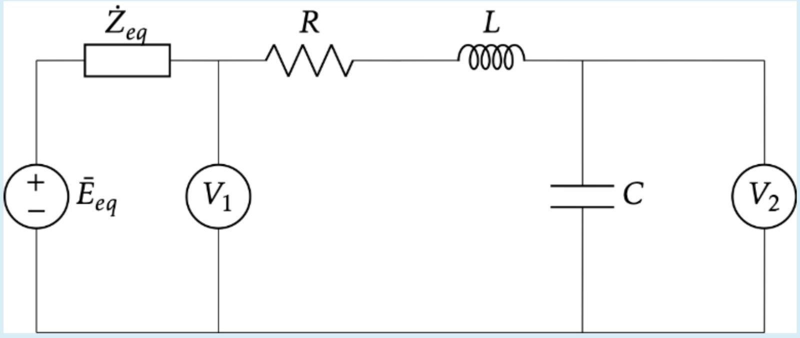
La rete in figura è in regime stazionario, e sono noti i seguenti dati:
$R_1 = 1\,\Omega,\ R_2 = 1\,\Omega,\ L = 80\,mH\$e\ J = 40\,A$
Calcolare l'energia, espressa in joule, immagazzinata nell'induttore.



L'induttore in regime stazionario si comporta da cortocircuito (il condensatore da aperto). Essendo $R_1 = R_2$ la corrente del generatore *J* si equiripartisce tra i resistori (nell'esercizio duale con il condensator si equipartisce la tensione). La corrente che attraversa l'induttore è quindi $I = J/2$ (nel circuito col condensatore è $V = E/2$).

$W_L = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} 80 \left(\frac{40}{2}\right)^2 = 16 \ \ \text{J} \quad \left(W_C = \frac{1}{2} C V^2 \ \text{nel caso del condensatore}\right)$

Nella rete simbolica sono presenti due voltmetri ideali a valore efficace e sono noti i seguenti dati:
$R = 1\,\Omega$, $L = 10\,mH$, $C = 1\,\mu F$ e $V_1 = 5\,V$
Sapendo che L e C sono in risonanza calcolare V_2



In condizione di risonanza è $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}} = 10000$. Essendo *L* e C in risonanza serie la somma delle loro tensioni è nulla e il voltmetro V_1 misura la tensione ai capi del resistore, per cui il valore efficace della corrente è $I = \frac{V_1}{R} = 5\,A$. Quindi $V_2 = |X_C|I = \frac{1}{\omega C}I$=500 V.

In regime sinusoidale, la potenza istantanea $p(t)$ assorbita da una resistenza R con valore efficace di corrente I:

Scegli un'alternativa:

- a. è sinusoidale con periodo doppio di quello della corrente e ha valore massimo $2\,R\,I^2$
- b. è periodica con periodo metà di quello della corrente, non negativa, e con valor massimo $2\,R\,I^2$
- c. è periodica con periodo uguale quello della corrente e oscilla tra 0 e $2\,R\,I^2$
- d. è alternata con valore massimo $R\,I^2$
- e. nessuna delle altre affermazioni è giusta

La potenza istantanea è fatta di due addendi, uno costante e uno sinusoidale a pulsazione doppia, ovvero con periodo dimezzato, rispetto a tensione e corrente, quindi si possono escludere subito le risposte a e c (freccia rossa). Alternata vuol dire con valor medio nullo ma sappiamo che per il resistore il valor medio uguale alla potenza attiva $P=RI^2$, non è nullo, può essere esclusa anche la risposta d (freccia blu). La prima è giusta essendo *v* e *i* in fase hanno lo stesso segno e la potenza è $p(t)= v(t)i(t) \geq 0$, essendo nulla quando $i=0$ e $v=0$, e massima quando $i=I_M$ e $v=V_M = RI_M$ ossia $P_M = RI_M^2 = 2RI^2$.

In regime sinusoidale per qualsiasi valore della pulsazione ω, il modulo dell'impedenza del parallelo $R-L-C$

Scegli un'alternativa:

- a. nessuna delle altre affermazioni è giusta
- b. non può essere superiore a $1/R$
- c. non può essere superiore a R
- d. non può essere inferiore a R
- e. non può essere inferiore a $1/R$

Le risposte b ed e confrontano il modulo dell'impedenza, con unità di misura in [Ω] a 1/R, con unità di misura in [S], il che è assurdo, per cui possono essere escluse subito (frecce blu).

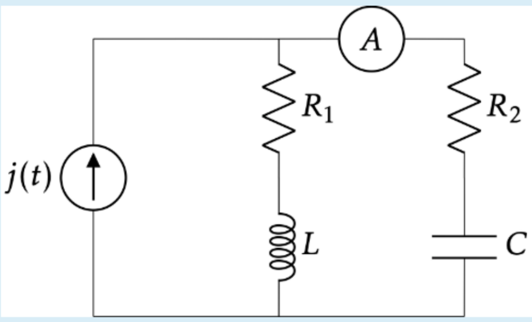
Nel parallelo RLC l'ammettenza è $\dot{Y} = G + j\omega C - j\frac{1}{\omega L} = G + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right) = G + jB$. L'impedenza è $\dot{Z} = \frac{1}{\dot{Y}}$ e il suo modulo vale $z = \frac{1}{Y} = \frac{1}{\sqrt{G^2+B^2}}$: per frequenze molto piccole o molto grandi B diventa molto grande e quindi Z tende a 0 si può escludere anche la risposta d (freccia rossa) .

Invece in condizioni di risonanza parallelo è B=0 (L e C insieme equivalgono ad un aperto) e quindi Z assume il valore massimo in modulo, dato dalla sola R.

Un carico trifase equilibrato, alimentato a $\omega = 300\, rad/s$, con una terna simmetrica di tensioni stellate di valore efficace $E = 1000\, V$, assorbe complessivamente una potenza reattiva $Q = 90000\, VAR$. Quale è il valore della singola capacità, espressa in μF, di un banco di condensatori connessi a stella in grado di rifasare il carico a $cos\varphi = 1$?

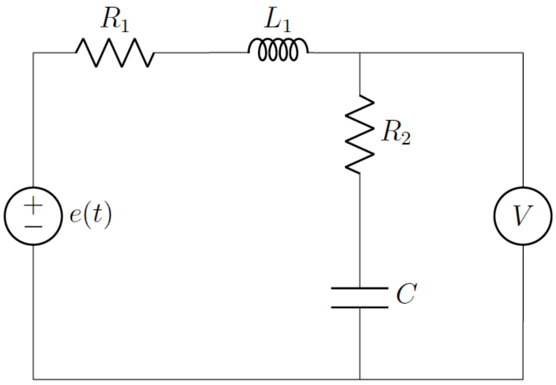
Il banco di condensatori deve fornire Q_C=–90000 VAR per rifasare perfettamente il carico. Ognuno dei condensatori fornisce 1/3 della potenza totale di rifasamento, $Q_{Cf}=Q_C/3$ e, essendo connesso a stella, ha valore efficace di tensione uguale alla stellata E e quindi potenza reattiva $Q_{Cf} = \frac{E^2}{X_C} = -\omega C E^2$. Si ha quindi $C = -\frac{Q_C}{3\omega E^2} = 100\ \mu F$

Nella rete in regime sinusoidale sono noti i seguenti dati:
$j(t) = 4\sin(\omega t)$
$R_1 = R_2 = 5\,\Omega$, $X_C = -5\,\Omega$ e $X_L = 5\Omega$
Calcolare l'indicazione dell'amperometro a valore efficace I_A, espressa in ampere.



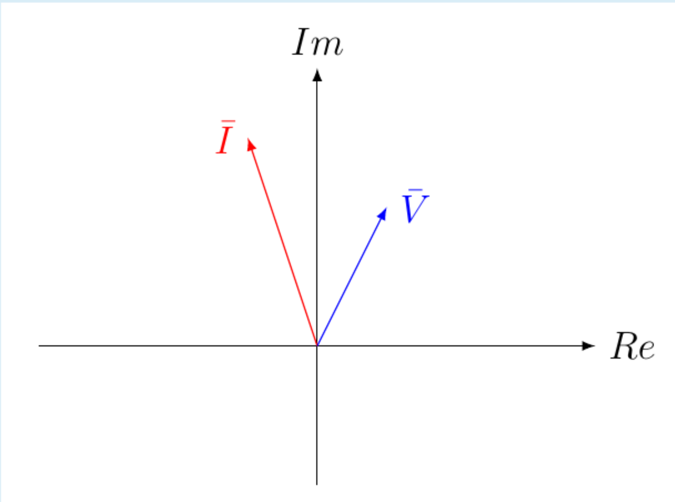
$\bar{J} = 2\sqrt{2}$. Partitore di corrente $\bar{I}_{RC} = \bar{J}\frac{R_1+jX_L}{(R_1+jX_L)+(R_2+jX_C)} = 2\sqrt{2}\frac{5+j5}{(5+j5)+(5-j5)} = 2\sqrt{2}\frac{5+j5}{10} = \sqrt{2}(1+j)$ e quindi $I_A = |\bar{I}_{RC}| = 2\ \ \mathrm{A}$

Nella rete in regime sinusoidale sono noti i seguenti dati: *e(t) = 20 sin(1000 t)*
$R_1 = R_2 = 10$, C = 100 μF e L = 10mH
Calcolare l'indicazione del voltmetro a valore efficace VV



$\bar{E} = 10\sqrt{2}$. Partitore di tensione $\bar{V}_{RC} = \bar{E}\frac{R_1+jX_c}{(R_1+jX_L)+(R_2+jX_C)} = 10\sqrt{2}\frac{10-j10}{(10+j10)+(10-j10)} = 10\sqrt{2}\frac{10-j10}{20} = 5\sqrt{2}(1-j)$ e quindi $V_A = |\bar{V}_{RC}| = 10\ \text{V}$

I fasori di tensione, $\bar{V}$, e corrente, $\bar{I}$, rappresentati in figura competono a una impedenza convenzionata da utilizzatore. Si può affermare che, considerando $R > 0$, $L > 0$, $C > 0$:

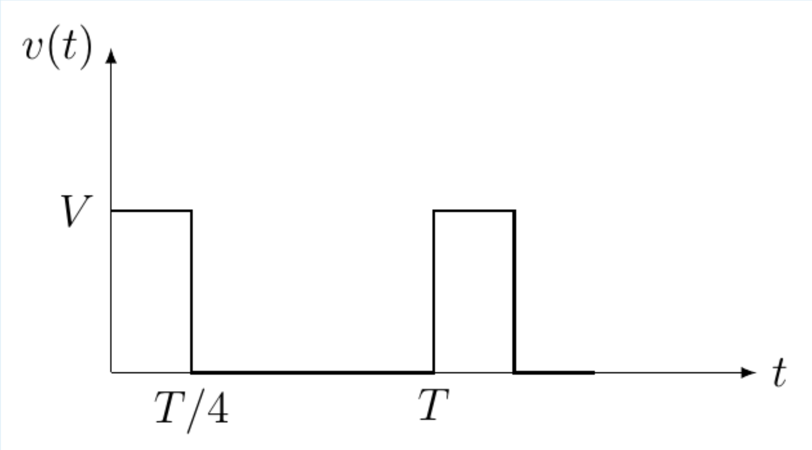


Scegli un'alternativa:

- a. l'impedenza può essere un condensatore C
- b. nessuna delle altre affermazioni e' corretta
- c. l'impedenza può essere un induttore L
- d. l'impedenza può essere una serie RL
- e. l'impedenza può essere una serie RC

Induttori e condensatori sfasano correnti/tensioni di 90 gradi, pertanto alcune affermazioni sono certamente errate (freccia rossa). Nelle serie RC ed RL i due componenti dinamici sono attraversati dalla stessa corrente del resistore e la tensione ai capi della serie è data dalla somma fasoriale della tensione sul resistore e di quella sul componente dinamico. Nel caso RC si ha $\bar{V} = R\bar{I} - j\frac{1}{\omega C}\bar{I}$, ossia con tensione in ritardo sulla corrente, che è il caso di figura, (nel caso RL la tensione sarebbe in anticipo).

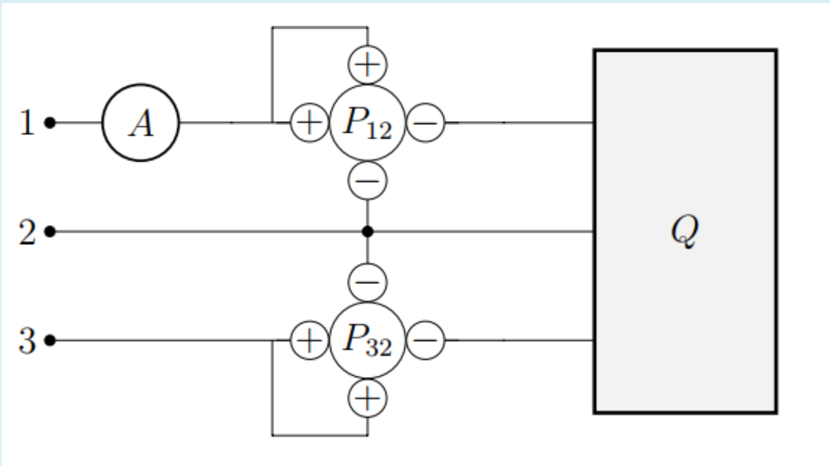
Calcolare il valore efficace, espresso in volt, dell'onda quadra periodica di tensione rappresentata in figura sapendo che $V = 4\,V$



e $T = 6\,s$.

Dalla definizione $V = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T v^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^{T/4} V^2 dt} = \sqrt{\frac{V^2}{4}} = \frac{V}{2} = 2$ V

Il carico trifase equilibrato rappresentato in figura è alimentato da una terna di tensioni stellate simmetrica diretta di valore efficace E. Si conoscono la lettura di uno dei wattmetri, $P_{12} = 45000\,W$, il valore di $E = 1000\,V$, e la potenza reattiva totale $Q = 0\,VAR$ assorbita dal carico. Quanto vale la corrente di linea, espressa in ampere, misurata dall'amperometro a valore efficace?

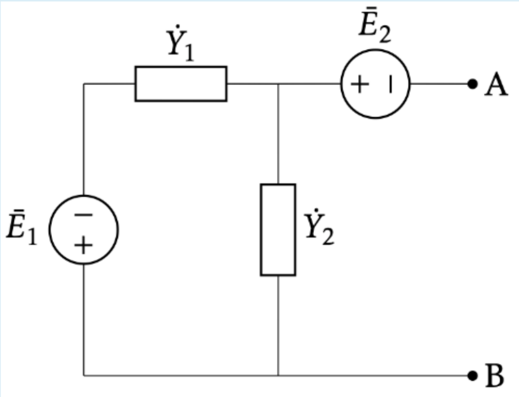


Se Q=0 dalla formula dell'inserzione Aron sappiamo che $P_{12}=P_{32}$ quindi P=90000 W ma anche $P=3EI$ da cui I=90000/3*1000=30 A.

Calcolare il modulo dell'ammettenza equivalente $Y_{eq} = |\dot{Y}_{eq}|$ del generatore equivalente simbolico di Norton ai morsetti AB espressa in siemens

Sono noti i seguenti dati:

$\bar{E}_1 = 10 + j10$, $\bar{E}_2 = 15 - j5$, $\dot{Y}_1 = 2 + j10$, $\dot{Y}_2 = 6 - j4$

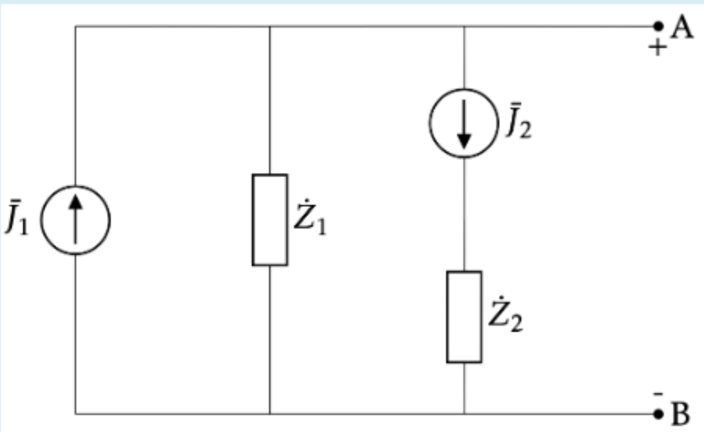


Azzerando i generatori di tensione, $\dot{Y}_1$ e $\dot{Y}_2$ si trovano in parallelo e pertanto $\dot{Y}_{eq} = \dot{Y}_1 + \dot{Y}_2 = 8 + j6$ da cui $Y_{eq} = |\dot{Y}_{eq}| = 10 \;\; \mathrm{S}$

Calcolare il modulo della corrente impressa $J_{eq} = |\bar{J}_{eq}|$ del generatore equivalente simbolico di Norton ai morsetti AB espressa in ampere

Sono noti i seguenti dati:

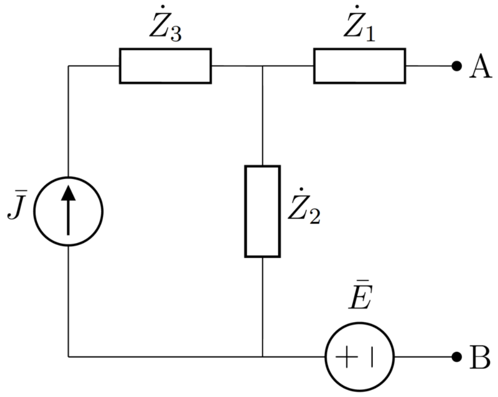
$\bar{J}_1 = 8 + j3$, $\bar{J}_2 = 24 + j15$, $\dot{Z}_1 = 8 + j3$, $\dot{Z}_2 = 24 - j15$



La corrente impressa di Norton è uguale alla corrente di cortocircuito. Nel calcolo della corrente di cortocircuito Z_1 ha tensione nulla e quindi corrente nulla, essendo appunto in parallelo a un cortocircuito, mentre la serie di J_2 e Z_2 equivale a J_2*=J_2 quindi $\bar{J}_{eq} = \bar{J}_1 - \bar{J}_2 = -16 - j12$ e $J_{eq} = |\bar{J}_{eq}| = 20 \;\; \mathrm{A}$

Calcolare il modulo dell'impedenza equivalente $Z_{eq} = |\dot{Z}_{eq}|$ del generatore equivalente simbolico di Thevenin ai morsetti AB. Sono noti i seguenti dati:

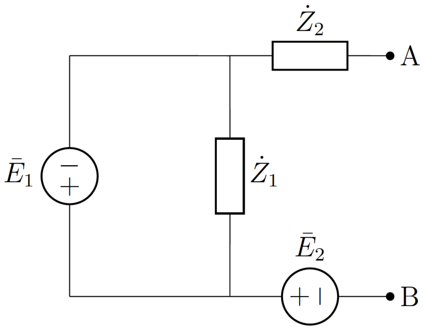
$\bar{J} = 10 + j10$, $\bar{E} = 15 - j5$, $\dot{Z}_1 = 3 + j6$, $\dot{Z}_2 = 1 - j3$, $\dot{Z}_3 = 2 + j4$



Azzerando i due generatori, Z_1 e $\dot{Z}_2$ si trovano in serie e pertanto $\dot{Z}_{eq} = \dot{Z}_1 + Z_2 = 4 + j3$ da cui $Z_{eq} = |\dot{Z}_{eq}| = 5 \ \ \Omega$

Calcolare il modulo della tensione impressa $E_{eq} = |\dot{E}_{eq}|$ del generatore equivalente simbolico di Thevenin ai morsetti AB. Sono noti i seguenti dati:

$\bar{E}_1 = 10 + j20$, $\bar{E}_2 = 5 + j8$, $\dot{Z}_1 = 10 + j10$, $\dot{Z}_2 = 10 - j10$



La tensione impressa di Thevenin è uguale alla tensione a vuoto. Nel calcolo della corrente di cortocircuito Z_2 ha corrente nulla e quindi tensione nulla, essendo appunto aperta, e si ha quindi $\bar{E}_{eq} = -\bar{E}_1 + E_2 = -10 - j20 + 5 + j8 = -5 - j12$ e $E_{eq} = |\bar{E}_{eq}| = 13 \ \ \mathrm{V}$

Il doppio bipolo induttivo ideale:
(a) ha potenza istantanea entrante alla porta 1 uguale a quella uscente alla porta 2
(b) accumula energia che, a seconda del valore delle correnti di porta, può essere positiva, nulla o negativa
(c) se ha accoppiamento perfetto equivale ad un trasformatore ideale con un bipolo induttore ideale in parallelo a una delle due porte
(d) se amplifica ha coefficiente di accoppiamento maggiore di uno
(e) nessuna delle altre affermazioni è corretta.

No (a), perché altrimenti non accumulerebbe energia
No (b), perché l'energia no e mai negativa
No (d), perché il coeff. di accoppiamento al massimo vale 1
Sì (c), perché la schema con trasformatore ideale con un bipolo induttore ideale in parallelo a una porta è necessario se c'è amplificazione, ma vale anche con n=1 (senza amplificazione)

In un sistema trifase a quattro fili simmetrico ed equilibrato:
(a) la potenza istantanea di un carico trifase ha un addendo a pulsazione 2ω
(b) la potenza reattiva trifase erogata dal generatore trifase è nulla
(c) la potenza istantanea trifase è uguale alla potenza attiva trifase
(d) la potenza istantanea trifase è uguale alla potenza apparente trifase
(e) nessuna delle altre affermazioni è corretta

No (a), perché in un sistema trifase simmetrico ed equilibrato la potenza istantanea è costante
No (b), perché in un sistema trifase simmetrico ed equilibrato può esserci potenze reattiva
No (d), perché la potenza apparente in generale è diversa dalla potenza attiva (cedi sotto)
Sì (c), è uno dei grandi vantaggi dei sistemi trifasi simmetrici ed equilibrati

---

In un bipolo lineare in regime periodico generico:
(a) la potenza attiva è uguale alla somma delle potenze attive delle diverse armoniche (incluso n = 0)
(b) la somma dei quadrati della potenza attiva e della potenza reattiva è uguale al quadrato della potenza deformante
(c) la potenza apparente è uguale alla somma delle potenze apparenti delle diverse armoniche
(d) la potenza istantanea è nulla
(e) nessuna delle altre affermazioni è corretta

No (b), perché la quadratura delle potenze è $S^2=P^2+ Q^2+ D^2$
No (c), perché si sommano solo le potenze attive e le potenze reattive
No (d), perché ci sono addendi fluttuanti e non si compensano
Sì (a): la armoniche partono da n=1 e per n=0 si intendono i termini costanti (n.b.: il valore medio della potenza costante = potenza attiva per definizione, è la potenza costante stessa)
